

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-48167

(P2002-48167A)

(43) 公開日 平成14年2月15日 (2002.2.15)

(51) Int.Cl.⁷

F 1 6 D 65/12

識別記号

F I

F 1 6 D 65/12

テ-マ-コード (参考)

X 3 J 0 5 8

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-235512 (P2000-235512)

(22) 出願日 平成12年8月3日 (2000.8.3)

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 加藤 孝憲

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 坂口 篤司

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(74) 代理人 100081352

弁理士 広瀬 章一

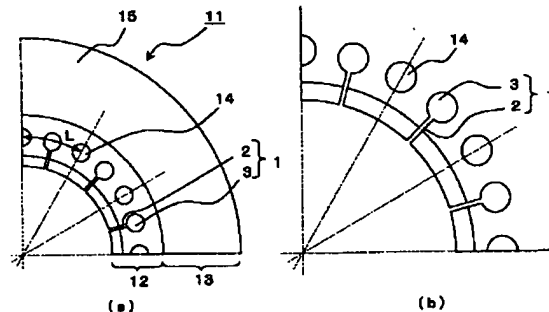
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブレーキディスク

(57) 【要約】

【課題】 ブレーキングにより発生する熱応力によるボルト孔縁部への応力集中を抑制することにより、長期間の使用に耐え得るブレーキディスクを提供する。

【解決手段】 摺動面15を備える外周部13とボルト孔14を備える内周部12とからなるブレーキディスク11において、内周部12はスリット部2と切欠き底部3とからなる複数の切欠き部1を備え、切欠き底部3の幅はスリット部2の幅よりも大きく、かつ切欠き底部3は変曲点を有しない連続した一の曲線を輪郭線とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 摺動面を備える外周部とボルト孔を備える内周部とからなるブレーキディスクにおいて、前記内周部はスリット部と切欠き底部とからなる複数の切欠き部を備え、前記切欠き底部の幅W1は前記スリット部の幅W2よりも大きく、かつ前記切欠き底部は変曲点を有しない連続した一の曲線を輪郭線とすることを特徴とするブレーキディスク。

【請求項2】 前記切欠き底部の切欠き底の曲率半径Rと隣接するボルト孔の中心を結ぶ円弧の長さLとが、下記(1)式を充足することを特徴とする請求項1に記載のブレーキディスク。

【数1】

$$\frac{1}{10} \leq \frac{R}{L} \leq \frac{3}{10} \quad (1)$$

【請求項3】 前記切欠き部は隣接するボルト孔の間に位置し、前記切欠き底部はブレーキディスクの半径方向の位置においてボルト孔から内周部外側端部の範囲に位置することを特徴とする請求項1または2に記載のブレーキディスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主として鉄道車両用ブレーキディスクに関し、特にボルト孔縁部に発生する局所的応力を低減することにより、ボルト孔縁部からのき裂の発生を抑制し、長期間の使用に耐え得るブレーキディスクに関する。

【0002】

【従来の技術】鉄道車両や自動車及び自動二輪車等の陸上輸送機械の制動装置として、ブロックブレーキ、ドラムブレーキ、ディスクブレーキなどが使用されている。近年では、車両の高速化、大型化にともないディスクブレーキが多用されるようになってきた。

【0003】ディスクブレーキとは、ブレーキディスクとブレーキライニングとの摩擦により制動力を得る装置のことであり、通常、ボルトにより車軸または車輪に取り付けたドーナツ形の円盤状ディスクの摺動面に、ブレーキライニングを押し付けることにより制動力を得、車軸または車輪の回転を制動して車両の速度を制御する装置である。この摺動面を有する円盤状のディスクをブレーキディスクと称する。

【0004】これらのブレーキディスクの中で、鉄道車両用ブレーキディスクには、側ディスク、軸マウントディスクがある。側ディスクとは、車輪の側面に締結されるブレーキディスクのことであり、軸マウントディスクとは車軸に締結されるブレーキディスクのことである。以下、側ディスクおよび軸マウントディスクのことをブレーキディスクといい、単にディスクともいう。

【0005】図1は、従来型の鉄道車両用ブレーキディスクの形状を示し、図1(a)は、鉄道車両用ブレーキ

ディスクの1/4を示す部分平面図であり、図1(b)は、鉄道車両用ブレーキディスクの断面の1/2を示す部分断面図である。

【0006】同図(a)、(b)に示すように、一般にブレーキディスク11は、摺動面15を備える外周部13と車輪等に締結するためのボルト孔14を備える内周部12とから構成されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】新幹線等の高速鉄道車両では、ディスクの回転速度や慣性力が非常に大きいため、ブレーキ負荷時のディスクの温度上昇は他の自動車及び自動二輪車用と比較して著しく大きい。そのため、ディスクの摺動面を備える外周部では、温度上昇に伴い非常に大きな熱膨張力が発生する。しかし、ボルト孔縁部を備え外周部に比して低温である内周部により拘束されるため、ディスク外周部には円周方向に圧縮応力が生じ、逆にディスクの内周部には円周方向に引張応力が生じる。

【0008】この結果、ディスクの内周部はボルトにより締結・拘束されていることから、ディスクの内周部に設けた締結用のボルト孔縁部には著しい応力集中が生じ、ディスク全体の中で最も危険な部位となることがある。また、ディスク外周部で温度上昇時に生じた圧縮応力により塑性変形が生じると、温度低下後に引張残留応力が生じる。これにより摺動面上に熱き裂が生じる場合がある。

【0009】特に鉄道車両用ディスクにおいては、このように過酷な熱応力を繰り返し受けるため、ディスクを長寿命化することが困難であった。本発明は、上記問題点を鑑み、ディスク形状を適正化することにより、ディスクの内周部に配した締結用のボルト孔縁部に発生する局所的な応力・歪を低減させ、ボルト孔縁部からのき裂の発生、破損を抑制し、ディスクを長寿命化することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、ディスクの内周部のボルト孔縁部に生じる応力集中を分散させるために、ディスク内周部に複数の切欠き部を設けることを検討し、応力集中を分散させるのに適した切欠き形状をFEM解析により求めた結果、以下の知見を得た。

【0011】(A)ディスク内周部に設ける複数の切欠き部の形状をスリット状とすれば、例えばその切欠き部を隣接するボルト孔の間に配置することにより、切欠き深さをディスク内周部の幅の範囲で任意に設定することができ、これによりボルト孔縁部に生じる応力集中を大幅に抑制することができる。

【0012】(B)しかし、単に切欠き部の形状をスリット状としたのでは、切欠き底への応力集中が著しくなり、切欠き底からき裂が容易に発生する可能性がある。そこで、切欠き部をスリット部と切欠き底部とからなる

切欠き部とし、切欠き底部の幅W1をスリット部の幅W2よりも大きく、かつ切欠き底部は変曲点を有しない連続した一の曲線を輪郭線とすることにより、切欠き底への応力集中を抑制する。

【0013】ここで、スリット部とは、ブレーキディスクの内周と切欠き底部とを結ぶ切欠き部の部位であり、スリット部の幅W2とは、スリット部の2本の輪郭線の切欠き底側の端部を結ぶ線分の長さである。

【0014】また、切欠き底部とは、スリット部の2本の輪郭線の切欠き底側の端部を結ぶ線を輪郭線とする切欠き部の部位であり、切欠き底部の幅W1とは、切欠き底部の円周方向の両端部を結ぶ線分の長さである。

【0015】また、曲線とは直線をも含む概念であり、切欠き底部の輪郭線である「変曲点を有しない連続した一の曲線」には、曲線と直線とからなるものも含まれる。

(C) 切欠き部の切欠き底の曲率半径Rと隣接するボルト孔の中心を結ぶ円弧の長さLとが下記(1)式を充足する形状とすることにより、切欠き底及び切欠き部とボルト孔の近接した位置への応力集中を抑制することができる。

【0016】ここで、切欠き底とは、切欠き底部の内側最もディスクの外周側に位置する部位のことである。

【0017】

【数2】

$$\frac{1}{10} \leq \frac{R}{L} \leq \frac{3}{10} \quad (1)$$

本発明は、上記知見に基づいて完成させたものであり、その要旨は以下のとおりである。

【0018】(イ) 摺動面を備える外周部とボルト孔を備える内周部とからなるブレーキディスクにおいて、前記内周部はスリット部と切欠き底部とからなる複数の切欠き部を備え、前記切欠き底部の幅W1は前記スリット部の幅W2よりも大きく、かつ前記切欠き底部は変曲点を有しない連続した一の曲線を輪郭線とすることを特徴とするブレーキディスク。

【0019】(ロ) 前記切欠き部の切欠き底の曲率半径Rと隣接するボルト孔の中心を結ぶ円弧の長さLとが、下記(1)式を充足することを特徴とする上記(イ)項に記載のブレーキディスク。

【0020】

【数3】

$$\frac{1}{10} \leq \frac{R}{L} \leq \frac{3}{10} \quad (1)$$

(ハ) 前記切欠き部は隣接するボルト孔の間に位置し、前記切欠き底部はブレーキディスクの半径方向の位置においてボルト孔から内周部外側端部の範囲に位置することを特徴とする上記(イ)項または(ロ)項に記載のブレーキディスク。

【0021】なお、ここで「ボルト孔から内周部外側端

部の範囲」における「ボルト孔」とは、ディスク半径方向に位置の異なる複数列のボルト孔を有する場合には最内周側に位置するボルト孔のことをいう。

【0022】

【発明の実施の形態】図2は、本発明の一実施形態であるブレーキディスクの形状を示し、図2(a)はブレーキディスクの1/4を示す部分平面図、図2(b)は図2(a)のブレーキディスクの内周の切欠き部を拡大した平面図である。同図において、図1と同一の要素については同一の符号を用いて示す。

【0023】同図(a)、(b)に示すように、本発明のブレーキディスク11は、スリット部2と切欠き底部3とからなる切欠き部1を内周部12に複数備える。上述したように、例えば図1に示す従来型のディスクでは、ブレーキングにより繰り返して発生する熱応力により、ディスクの内周部のボルト孔縁部に著しい応力集中が生じる。これに対し、本発明のディスクでは、図2(a)及び(b)に示すように、ディスク11の内周部12に複数の切欠き部1を設けることにより、新たに切欠き部に応力集中が発生するものの、ボルト孔縁部への応力集中を分散できる。さらに、この結果、外周部13に発生する応力も低減されるため、外周部13の摺動面15における熱き裂の発生も抑制される。

【0024】また、本発明のディスクの内周部に設ける切欠き部1はスリット部2と切欠き底部3とからなるスリット状であるので、ボルト孔縁部の強度を過度に損なうことなしに切欠き深さをディスクの内周部の範囲で任意に設定することができる。これにより、ボルト孔縁部への応力集中を大幅に抑制することができる。

【0025】図3は、本発明の別の実施形態であるブレーキディスクの形状を示し、図3(a)はブレーキディスクの1/4を示す部分平面図、図3(b)は図3(a)のブレーキディスクの内周の切欠き部を拡大した平面図である。同図において、図2と同一の要素については同一の符号を用いて示す。

【0026】図4は、FEM解析によって求めたブレーキ負荷時に発生するボルト孔縁部の全ひずみと切欠き深さD1/D2との関係を示すグラフである。ここで、図3に示すように、D1とはボルト孔の内周側の端部から切欠き底までのディスクの半径方向の距離であり、D2とはボルト孔の内周側の端部から内周部外側端部までのディスクの半径方向の距離である。そして、切欠き深さD1/D2とは上記D1を上記D2で除した値である。

【0027】ボルト孔縁部への応力集中を抑制するという観点からは、図4に示すように切欠き深さを深くするほど上記応力集中を抑制することができるので、切欠き底部3は可及的に外周部側に設けた方が好ましい。したがって、図3に示すように、ディスクの半径方向の位置でボルト孔から内周部外側端部の範囲に設けることが好ましい。

【0028】本発明のブレーキディスクの切欠き部の形状としては、様々な形状を適用できる。図5は、切欠き部の形状の代表例を示し、図5(a)は切欠き底部が円形状の切欠き部、図5(b)は切欠き底部が長円形状の切欠き部、図5(c)は切欠き底部が楕円形状の切欠き部、図5(d)は図5(a)よりも広幅のスリット部を有する切欠き部を示す概要図である。

【0029】同図(a)、(b)、(c)、(d)に示すように、本発明のブレーキディスクの切欠き底部3の幅W1はスリット部2の幅W2よりも大きく、かつ切欠き底部は変曲点を有しない連続した一の曲線を輪郭線とする。これにより、切欠き底への応力集中を抑制することができる。

【0030】同図(a)、(b)、(c)、(d)に示す切欠き底4の曲率半径Rは、小さすぎると切欠き底への応力集中が過大となる虞があり、大きすぎると切欠き底部とボルト穴との近接した位置への応力集中が過大となる虞がある。

【0031】したがって、切欠き底の曲率半径Rと隣接するボルト孔の中心を結ぶ円弧の長さLとが、下記(1)式を充足する形状を決定することが好ましい。

【0032】

【数4】

$$\frac{1}{10} \leq \frac{R}{L} \leq \frac{3}{10} \quad (1)$$

切欠き部の個数は、4以上であってボルト孔数の2倍以下とすることが好ましい。4以上が好ましいとしたのは、応力集中の分散起点を多くすることにより、より効*

*果的に応力集中を分散できるからである。ボルト孔数の2倍以下が好ましいとしたのは、余りに多くの切欠き部を設けると、上述した切欠き底の曲率半径Rを適正範囲内にすることが困難となるからである。

【0033】また、切欠き部は、ディスクの周方向に略等間隔に設けることが好ましい。より均等に応力集中を分散することにより、更に応力集中を抑制できるからである。

【0034】また、本実施態様では、スリット部が直線状である切欠き部を有するブレーキディスクを例にとって述べたが、スリット部の位置及び形状がボルト孔縁部の強度を過度に損なわないようにしてあれば、直線状、曲線状等の任意の形状としても構わない。

【0035】なお、本実施態様では鉄道車両用ブレーキディスクを例にとって述べたが、本発明はこれに限定されるものでなく、自動車及び自動二輪車等の制動装置にも適用される。

【0036】

【実施例】本発明の効果を確認するため、SiC粒子分散型Al基複合材を使用し、砂型鋳造法により、内周部の形状が異なる6種類のディスク(外径:725mm)を製造し、ブレーキ試験を行なった。また、FEM解析により、ボルト孔縁部及び切欠き部における歪を求めた。

【0037】表1に試験に供したディスクの形状を示す。

【0038】

【表1】

試験材	切欠き部形状						ボルト孔数(個)	L(mm)	R/L
	切欠き底部の形状	R(mm)	W1(mm)	W2(mm)	個数(個)	切欠き深さD1/D2			
1	円形	15	30	5	12	0.64	12	101	3/20
2	円形	25	50	5	12	0.64	12	101	1/4
3	円形	30	60	5	6	0.64	6	203	3/20
4	なし	—	—	—	—	—	12	101	—
5	円形	35	70	5	12	0.64	12	101	7/20
6	円形	10	20	5	6	0.64	6	203	1/20

表1に示す6種類のディスクについて、JR新幹線の台車をモデルにした車輪試験機を用い、ディスクを2枚一組として、摺動面(摺動面幅:127.5mm)を外側にし、車輪の両面に取り付けてブレーキ試験を行なった。ブレーキライニング材には、銅系焼結合金を用い、走行速度300km/hからの非常ブレーキに相当する条件とした。このとき、ブレーキ開始後約100秒で車輪は停止し、ディスク温度は約350℃まで上昇した。その後ディスクを放冷し、ディスク温度が60℃まで低下したところで、再度車輪を駆動させ、前記条件にてブ※

※レーキ試験を再度行なった。この工程を100回繰り返し行なった。また、ボルト孔または切欠き部にき裂が生じた場合には、そこで試験を中止した。

【0039】また、FEM解析は、上記ブレーキと同様の条件で1回目のブレーキ後のボルト孔縁部及び切欠き部における歪を求めた。表2にブレーキ試験の結果を、表3にFEM解析の結果を夫々示す。

【0040】

【表2】

試験材	ボルト孔縁部	切欠き部	状況
1	○	○	ボルト孔縁部が若干変形
2	○	○	切欠き部が若干変形
3	○	○	切欠き部が若干変形
4	×	—	2回でボルト孔縁部よりき裂発生
5	○	×	15回で切欠き部よりき裂発生
6	○	×	5回で切欠き部よりき裂発生

【0041】

* * 【表3】

試験材	全ひずみ(%)	
	ボルト孔縁部	切欠き部
1	0.39	0.36
2	0.42	0.45
3	0.44	0.51
4	1.54	—
5	0.38	0.97
6	0.41	1.12

表2において、「○」は100回のブレーキ試験後にボルト孔縁部および切欠き部にき裂が発生していなかったことを示し、「×」は試験途中でき裂が発生したことを示す。

【0042】表2及び表3に示すように、試験材4は、ディスクの内周部に複数の切欠き部を有しないため、ボルト孔縁部への応力集中を分散することができず、2回のブレーキ試験によりボルト孔縁部からき裂が発生した。

【0043】試験材5は、ディスクの内周部にスリット部と切欠き底部とからなる複数の切欠き部を備え、切欠き底部の幅W1はスリット部の幅W2よりも大きく、かつ切欠き底部は変曲点を有しない連続した一の曲線を輪郭線とするので、ボルト孔縁部への応力集中を分散できている。しかし、切欠き底の曲率半径Rと隣接するボルト孔の中心を結ぶ円弧の長さLとの比（以下、 R/L ともいう。）が好適範囲外の $3/10$ 超であるため、切欠き部とボルト孔との近接位置への応力集中がやや大きく、15回のブレーキ試験により、切欠き部からき裂が発生した。

【0044】試験材6は、ディスクの内周部にスリット部と切欠き底部とからなる複数の切欠き部を備え、切欠き底部の幅W1はスリット部の幅W2よりも大きく、かつ切欠き底部は変曲点を有しない連続した一の曲線を輪郭線とするので、ボルト孔縁部への応力集中を分散できている。しかし、 R/L が適正範囲外の $1/10$ 未満となっているため、切欠き底への応力集中がやや大きく、5回のブレーキ試験により、切欠き部からき裂が発生した。

【0045】試験材1～3は、ディスクの内周部にスリット部と切欠き底部とからなる複数の切欠き部を備え、切欠き底部の幅W1はスリット部の幅W2よりも大きく、かつ切欠き底部は変曲点を有しない連続した一の曲

※線を輪郭線とし、かつ R/L が $1/10$ 以上 $3/10$ 以下の適正範囲となっているため、ボルト孔縁部及び切欠き底への応力集中を著しく抑制できており、ボルト孔縁部及び切欠き部ともにき裂は発生せずに良好であった。

【0046】

【発明の効果】本発明により、ブレーキング時に発生する熱応力によるボルト孔縁部への応力集中を効果的に抑制し、ディスクのボルト孔縁部からのき裂の発生を抑制できるので、長期間の使用に耐え得るブレーキディスクを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来型の鉄道車両用ブレーキディスクの形状を示す図であり、図1(a)は、鉄道車両用ブレーキディスクの $1/4$ を示す部分平面図、図1(b)は、鉄道車両用ブレーキディスクの断面の $1/2$ を示す部分断面図である。

【図2】本発明のブレーキディスクの一実施形態を示す図であり、図2(a)はブレーキディスクの $1/4$ を示す部分平面図、図2(b)は図2(a)のブレーキディスクの内周の切欠き部を拡大した平面図である。

【図3】本発明のブレーキディスクの別の実施形態を示す図であり、図3(a)はブレーキディスクの $1/4$ を示す部分平面図、図3(b)は図3(a)のブレーキディスクの内周の切欠き部を拡大した平面図である。

【図4】FEM解析によって求めたブレーキ負荷時に発生するボルト孔縁部の全ひずみと切欠き深さ $D1/D2$ との関係を示すグラフである。

【図5】切欠き形状の代表例を示す概要図であり、図5(a)は切欠き底部が円形状の切欠き部、図5(b)は切欠き底部が長円形状の切欠き部、図5(c)は切欠き底部が楕円形状の切欠き部、図5(d)は図5(a)よりも広幅のスリット部を有する切欠き部を示す概要図である。

【符号の説明】

1: 切欠き部
部

2: スリット部

3: 切欠き底

11: ブレーキディスク

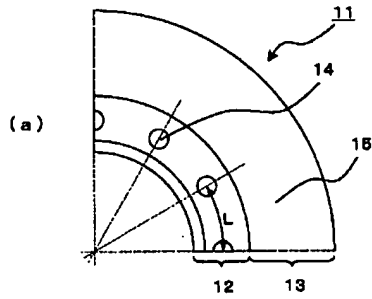
12: 内周部

14: ボルト孔

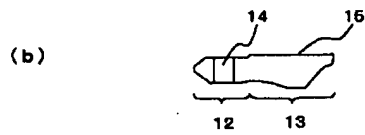
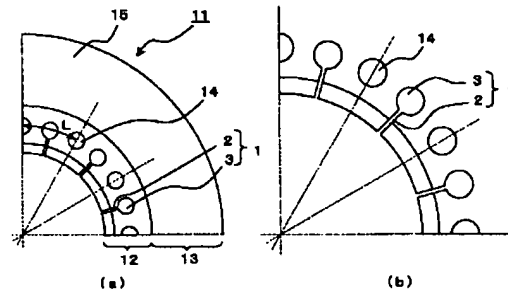
13: 外周部

15: 摺動面

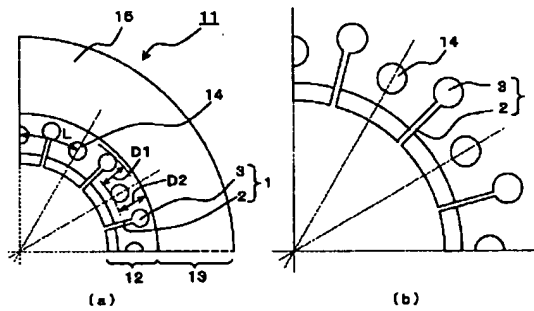
【図1】



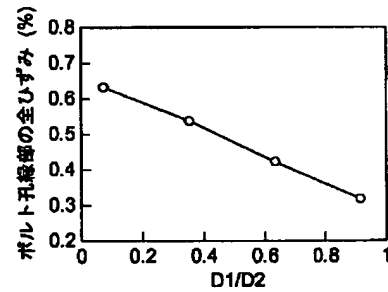
【図2】



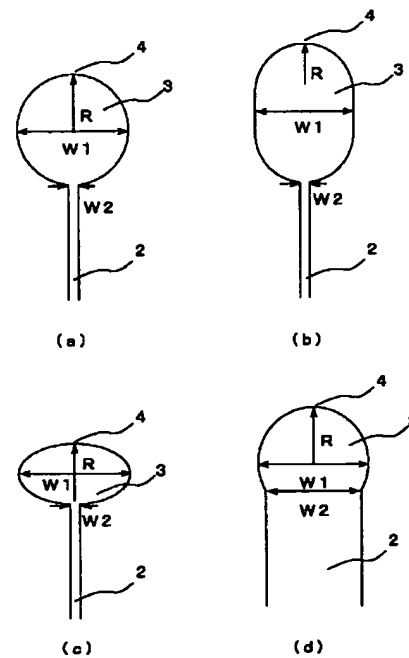
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 牧野 泰三

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
住友金属工業株式会社内

(72)発明者 三澤 泰久

大阪府大阪市此花区島屋5丁目1番109号
住友金属工業株式会社関西製造所製網品
事業所内

Fターム(参考) 3J058 BA44 BA46 CB14 CB17 FA21